

## Turbulence heat recovery device for ventilation unit

**Patent number:** DE19813119  
**Publication date:** 1999-10-07  
**Inventor:** FRIEDRICH HERBERT (DE); GRAF DIETRICH (DE);  
PORSCHEL GUENTER (DE)  
**Applicant:** BODE FENSTER GMBH & CO KG (DE); INST  
ENERGETIK UND UMWELT GGMB (DE)  
**Classification:**  
- international: F28F3/02; F28F13/12; F28D9/00; F24F3/147  
- european: F24F13/18; F24F12/00B3; F28D9/00F2; F28F3/04;  
F28F13/12  
**Application number:** DE19981013119 19980325  
**Priority number(s):** DE19981013119 19980325

### Abstract of DE19813119

The heat recovery device (8) consists of separating plates one above the other with profile or S-shaped profile strips folded one above the other perpendicular to the direction of flow. The profile in the section plane perpendicular to the direction of flow is of sawtooth shape. The identical teeth, aligned against each other in a row, have the same flank length, the flanks being at a right angle to each other at the tips.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



1

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

# Offenlegungsschrift

10 DE 198 13 119 A 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
F 28 F 3/02  
F 28 F 13/12  
F 28 D 9/00  
F 24 F 3/147

21 Aktenzeichen: 198 13 119.4  
22 Anmeldetag: 25. 3. 98  
43 Offenlegungstag: 7. 10. 99

DE 198 13 119 A 1

71 Anmelder: Institut für Energetik und Umwelt gGmbH, 04347 Leipzig, DE; Bode-Fenster GmbH & Co. KG, 06484 Quedlinburg, DE	56 Entgegenhaltungen: DE 196 35 552 C1 DE 43 33 904 C2 DE-PS 2 26 898 DE 196 10 884 A1 DE 195 48 599 A1 DE 195 34 843 A1 DE 195 19 511 A1 DE 44 35 064 A1 DE 30 06 988 A1 DE 29 19 682 A1 DE 29 06 237 A1 DE 29 05 884 A1 DE 28 50 889 A1 DE 27 18 814 A1 EP 08 44 454 A1 EP 00 55 711
72 Erfinder: Graf, Dietrich, Dr.-Ing., 04107 Leipzig, DE; Friedrich, Herbert, Dr.rer.nat., 10315 Berlin, DE; Porschel, Günter, Dipl.-Ing. (FH), 06484 Quedlinburg, DE	

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Turbulenzwärmerückgewinner und Anwendungen desselben

57 Der Turbulenzwärmerückgewinner besteht aus übereinander angeordneten Profilplatten, deren Profile in der Profilplattenebene alternierend entgegengerichtet um den gleichen Winkel gegen die Längsrichtung (Richtung des Druckgradienten) schräg gestellt sind. Durch diese alternierend in die jeweils andere Richtung schräg gestellten Profile wird die Längsströmung von definierten Querströmungen überlagert, die zu beiden Seiten der Auflageebene aufeinanderfolgender Profilplatten einander entgegengerichtet sind. Die Profilplatten bilden Strömungskanäle, die wegen der Profilschrägstellung nicht voneinander getrennt sind, die aber an allen Begrenzungsflächen in Gegenrichtung umströmt werden. Die sich im Betrieb ausbildende Strömung ist infolge der Schrägstellung der Profile nicht laminar. Die Turbulenzwärmerückgewinner zeichnen sich daher durch eine hohe Effizienz der Wärmerückgewinnung bei geringem Volumenbedarf aus. Die Schrägstellung der Profile sichert die druckfeste gegenseitige Abstützung aufeinander gestapelter Platten im Wärmerückgewinner. Turbulenzwärmerückgewinner sind für den Einsatz in zentralen wie auch dezentralen Raumluftwärmerückgewinnungsanlagen vorteilhaft einsetzbar. Im Bereich dezentraler Anlagen werden mit den Turbulenzwärmerückgewinnern effiziente Anwendungen im Fensterbereich von Gebäuden erschlossen.

DE 198 13 119 A 1

BEST AVAILABLE COPY

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher für zwei oder mehrere Stoffströme unterschiedlicher Temperatur, die durch Trennplatten, die Wärmeübergangsflächen, getrennt sind, und die die durch diese Trennwände gebildeten zwei (oder mehrere) Gruppen von Strömungskanälen über jeweilige Ein- und Auslaßöffnungen nach dem Gegenstromprinzip durchströmen, und für den die erfindungsgemäße Ausbildung der Trennwände eine sehr hohe, auf das Tauschervolumen bezogene, Wärmeaustauschleistung bei zugleich geringen Temperaturdifferenzen über die Wärmetauscherflächen erzielt wird, und damit ein sehr breites Spektrum von Anwendungen erschlossen wird, neben allen herkömmlichen insbesondere auch solche, bei denen für den Wärmetauschereinbau ein nur begrenztes und in der Form vorgegebenes Volumen verfügbar ist.

Gegenstromwärmetauscher gehören zum Stand der Technik. Dabei ist mit diesen eine wesentlich bessere Effizienz erreichbar als bei den derzeit noch sehr breit eingesetzten Kreuzstrom-Plattenwärmeübertragern. Denn wegen der Gegenstromführung ist bei geeigneter konstruktiver Gestaltung eine solche Betriebsweise erreichbar, bei der die Austrittstemperatur des wärmeabgebenden Stoffstromes sich der Eintrittstemperatur des wärmeaufnehmenden Stoffstromes annähert. Für die durch die Trennwand des Wärmetauschers hindurch transportierte Wärmemenge  $Q$  gilt näherungsweise

$$(1) \quad Q = k \cdot A \cdot \Delta T_m$$

$k$  – Wärmedurchgangskoeffizient,  $A$  – von den Stoffströmen umströmte Trennfläche (Wärmetauscherfläche),  $\Delta T_m$  – mittlere Temperaturdifferenz zwischen den Stoffströmen längs (bzw. entgegen) der Strömungsrichtung.

Verbesserungen der Effizienz eines Wärmetauschers bezogen auf das Tauschervolumen zielen naturgemäß auf eine Vergrößerung der Trennfläche  $A$  bei gleichbleibendem Tauschervolumen und die Vergrößerung des  $k$ -Faktors in Gl. (1) hin. Eine deutliche Vergrößerung der Trennfläche im Vergleich zum Kreuzstromwärmetauscher wird dabei durch eine veränderte Form der Wärmetauscheranordnung, insbesondere eine langgestreckte Bauweise in Verbindung mit der Nutzung des Gegenstromprinzips möglich. Die Realisierung kanalformiger Trennflächen bringt eine weitere deutliche Vergrößerung der Fläche  $A$ . Die Vergrößerung des  $k$ -Faktors ist vor allem mit einer gezielten Beeinflussung der Strömungsverhältnisse im Nahbereich der Trennfläche möglich. Denn die Wärmedurchgangszahl  $k$  ist allein durch die Wärmeübergangszahlen Luft/Trennfläche bestimmt, der Wärmeleitwiderstand der Trennplatten ist auch für weniger gut wärmeleitende Materialien wie Kunststoff oder Glas bei den üblichen Dicken der Trennplatten vernachlässigbar klein. Diese Wärmeübergangszahlen sind insbesondere beim Vorliegen laminarer Strömungsverhältnisse deutlich kleiner als bei einer turbulenten Strömung. Hierbei ist allerdings zu beachten, daß eine turbulente Strömung wie auch Maßnahmen zur Störung der laminaren Strömung etwa durch Änderung von Durchström- und Anströmquerschnitten Vergrößerungen der Druckverluste längs der Strömungsrichtung bewirken.

Bei dem in der Patentschrift DE 195 19 511 beschriebenen Gegenstromwärmetauscher wird die Wärmetauscherfläche dadurch vergrößert, daß in einer im Prinzip dem Plattenwärmetauscheraufbau entsprechenden Anordnung in die Plattenzwischenräume zumindest alternierend Querstege (Rippen) angebracht werden und somit die Austauschfläche annähernd verdoppelt wird. Hierdurch wird der Zwischen-

raum zwischen zwei Platten in Strömungskanäle annähernd quadratischen Querschnitts unterteilt, die jedoch sämtlich in gleicher Richtung durchströmt werden. Das Gegenstromprinzip ist hier nur bezüglich benachbarter Plattenzwischenräume realisiert. Die Vergrößerung der Wärmetauscherfläche wird damit nicht voll wirksam, da die Wärmeableitung über die Stege, also über gegenüber üblichen Plattendicken große Strecken, erforderlich ist, und der Wärmeleitwiderstand längs dieser "Rippen" nicht mehr als klein gegenüber den Wärmeübergangszahlen an der Wärmetauscherflächen-grenze vorausgesetzt werden kann. Ein Kanalwärmetauscher mit optimal vergrößerter Wärmetauscherfläche und allseitig in Gegenrichtung durchströmten Kanälen wird in der PS DE 43 33 904 beschrieben. Mit dem hier benutzten spitzwinkligen Trapezkegelprofil wird zudem eine Druckstabilisierung und die Formbeständigkeit der Kanäle dadurch erreicht, daß die breiteren Stümpfe der Trapezkegel auf die schmaleren offenen Oberseiten der darunterliegenden Trapezkegel aufgelegt werden und dieses Tauscherpaket in ein druckstabiles Gehäuse eingefügt wird. Diese in vieler Hinsicht vorteilhafte und insgesamt sehr weiterführende Lösung hat jedoch den Nachteil, daß zur Störung der laminaren Strömung bzw. der Erzeugung von Turbulenzen, d. h. zur Vergrößerung des  $k$ -Faktors in Gl. (1), eine Strukturierung der Wandungen innerhalb der quadratischen Kanäle vorgesehen werden muß. Desweiteren wird eine Störung der laminaren Strömung durch wiederkehrende Anströmvorgänge im Kanal des Wärmetauschers erzeugt, indem in bestimmten Abständen die Kanalsirömung über eine kurze Strecke in einen flachen Kanal entsprechend den Verhältnissen beim Plattenwärmetauscher übergeht. Dadurch entstehen jedoch wiederholte Querschnittsverengungen und -erweiterungen, die denen der ebenfalls analog zum Plattenwärmetauscher gestalteten Ein- und Austrittsbereiche beider Stoffströme ähnlich sind, und die zusätzliche, nicht unerhebliche Druckverluste erzeugen. Darüberhinaus reduzieren diese Unterbrechungen der Strömungskanäle durch ebene Platten die Wärmetauscherfläche bezogen auf das Volumen des Wärmetauschers.

Die raumsparende Trennung zweier Gruppen von Strömungskanälen, wie sie bei Wärmetauschern erforderlich ist, mittels einer hin- und hergewendeten streifenförmigen Trennfläche, und die dann mit geringerem Aufwand mögliche Abdichtung an den seitlichen Begrenzungen der Strömungskanäle, wird bereits in der PS DE 30 06 988 beschrieben. Mit der dort gewählten Gesamtlösung wird allerdings nur im mittleren Teil des Faltenpaketes das Gegenstromprinzip realisiert.

Zur Abstandshalterung werden bei Wärmetauschern häufig Vorsprünge an den Seitenwänden oder Distanzstücke genutzt (EP 00 55 711), die zusätzliche Strömungswiderstände darstellen. Zudem sind derartige Störungen in Strömungskanälen Orte zusätzlicher Ablagerungen von Verunreinigungen.

Steht für den Einbau eines Wärmerückgewinners nur ein begrenztes und zudem in der Form vorgegebenes Volumen zur Verfügung, so sind Lösungen mit dem derzeit verfügbaren und breit eingesetzten Kreuzstrom-Plattenwärmetauscher nur begrenzt möglich. Diese sind zwar in bestimmtem Umfang durch Parallel- und/oder Reihenschaltung gegebenen räumlichen Einschränkungen für ihren Einbau anpaßbar. Auch läßt sich durch Reihenschaltung die Rückwärmezahl (der Wirkungsgrad) begrenzt erhöhen. Diese Variabilität ist jedoch bei großen Gruppen von Anwendungen nicht ausreichend, zudem werden die Druckverluste durch solche Schaltungen vergrößert.

Eine Reduzierung des für Anlagen zur Wärmerückgewinnung bei der Lüftung erforderlichen Volumens ist nicht zu-

letzt auch aus Kostengründen anzustreben. Der Nachrüstung vorhandener Gebäude mit solchen Anlagen sind oft wegen des Raumbedarfs Grenzen gesetzt. Hohe Anforderungen werden auch an effiziente, dezentrale Anlagen gestellt. Die Verfügbarkeit leistungsfähiger Wärmerückgewinner mit geringem spezifischem Raumbedarf erschließt dabei vorteilhafte Anwendungen. Der Einbau dezentraler Anlagen erfolgt bekanntlich am wirtschaftlichsten unter Nutzung vorhandener Öffnungen in den Wänden von Gebäuden. Das sind vor allem die Fensterbereiche.

Für den Einbau von Lüftungsanlagen mit und ohne Wärmerückgewinnung liegen eine Reihe von Lösungsvorschlägen vor. So wird in der PS DE 27 18 814 ein Lüftungsgerät mit Wärmetauscher beschrieben, das im oberen Teil an das Fenster angebaut ist und bei dem der Lufteinlaß bzw. der Luftauslaß über eine Kippvorrichtung des Fensters realisiert wird. Diese Lösung erfordert jedoch kompliziertere zusätzliche Anbauten an den Fensterrahmen. Die PS DE 28 50 889 sieht zur Zwangsbelüftung von Räumen die Befestigung bestimmter Vorrichtungen an den Schenkeln des Fensterrahmens vor. Der Einbau einer oder mehrerer Belüftungsanlagen in eine Wand zusammen mit einem Fenster, insbesondere unter einem Fenster, wird in den Schriften DE 29 05 884, DE 43 43 108, DE 195 48 599 und DE 196 10 884 beschrieben. Diese Lösungen sehen eine Temperaturbeeinflussung der Zuluft mit Hilfe eines Wärmetauschers (Heizkörper o. ä.) vor, der auch von einem Kühlmedium durchflossen werden kann. Die PS DE 29 19 682 beschreibt eine Lüftungsvorrichtung im Fensterbereich ohne Wärmerückgewinnung. Die PS DE 44 35 064 sieht die Luftführung durch ein hohles Fensterbrett und die Anordnung eines Wärmerückgewinners unter dem Fensterbrett vor, wobei vom Raum aus sichtbare Luftfördererlemente senkrecht an den Fensterrahmenseiten angeordnet werden. Diese Lösung beansprucht ein zusätzliches Volumen des Raumes unter dem Fensterbrett, welches häufig für das Anbringen von Heizungskörpern vorgesehen ist. In der PS DE 195 34 843 wird eine Lüftungsvorrichtung mit Wärmerückgewinner als Einbaumodul in einem Rolladenkasten angeordnet. Als Wärmerückgewinner ist ein quadratischer Plattenwärmetauscher vorgesehen, der im Kreuzstrom betrieben wird und mittig in einem freien Raum des Rolladenkastens angeordnet wird. Bei geöffnetem Rolladen wird die Außenluft über den Rolladenpanzer dem Einbaumodul zugeführt. Bei geschlossenem Rolladen wird diese am unteren Ende des Rolladens angesaugt und zwischen Fenster und Rolladen nach oben zum Wärmerückgewinner geführt. Durch die Führung des Zuluftstromes zwischen Rolladen und Fenster sollen die Transmissionswärmeverluste des Fensterbereiches zurückgewonnen werden. Real führt die Zuluftströmung zu einer zusätzlichen Abkühlung der Fensteraußenfläche und damit zu einer Erhöhung der Transmissionsverluste im Fensterbereich. Zudem wird die wärmedämmende Wirkung des Rolladens aufgehoben.

Dem erfinderischen Schritt liegt also die Aufgabe zugrunde, Wärmerückgewinner anzugeben, die bei geringem Volumenbedarf, einer gegebenen Anpaßbarkeit an vorgegebene Bauformen, und ausreichendem volumenspezifischem Luftmassenstrom einen hohen Wirkungsgrad sichern, ohne überhöhte Druckverluste aufzuweisen, und damit hochwirksam in zentralen wie auch dezentralen Anlagen einsetzbar sind.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Gegenstrom-Wärmetauscheranordnung gelöst, deren Trennplatten (Wärmeübertragungsflächen) im einfachsten Realisierungsfall in einer Schnittebene senkrecht zur Längsrichtung des Wärmerückgewinners (Richtung des Druckgradienten) sägezahnförmige Struktur besitzen, wobei die "Zähne" im ein-

fachsten Realisierungsfall gleichschenklige rechtwinklige Dreiecke bilden und die Trennplattenmittellinie die Zahnflanken (Schenkel der Dreiecke) halbiert (Fig. 1). So längs der Strömungsrichtung strukturierte Trennplatten bilden durch Übereinanderlegen an den "Sägezahnspitzen" hochkant zur Trennplattenebene liegende Strömungskanäle quadratischen Querschnitts, wobei jeweils benachbarte Kanäle in Gegenrichtung durchströmt werden. Das Volumen des Wärmetauschers ist damit dicht mit Kanälen annähernd quadratischen Querschnitts ausgefüllt (Fig. 2). In Abhängigkeit von den Kanalabmessungen wird dabei praktisch die gleiche Wärmetauscherfläche pro Volumen realisiert wie bei dem oben betrachteten Kanalwärmetauscher.

Entscheidendes Element der hier zu beschreibenden Lösung ist eine definierte Schrägstellung der sägezahnförmigen Strukturierung der Trennplatten gegenüber der Längsrichtung (Richtung des Druckgradienten) des Wärmerückgewinners derart, daß die diese Strukturierung bestimmenden Kanten bei einer gegebenen Trennplatte um einen vorgegebenen Winkel ( $\varphi \neq 0^\circ$  gegen die Längsrichtung gedreht ist und bei der über dieser und der unter dieser angeordneten Trennplatte um den Winkel  $-\varphi \neq 0^\circ$  gegen die gleiche Längsrichtung (Fig. 3). Durch diese Anordnung sägezahnförmig strukturierter Trennplatten, deren beschriebene Strukturierung alternierend um einen Winkel  $\varphi$  und  $-\varphi$  gegen die Längsrichtung des Wärmerückgewinners ausgerichtet ist, wird offensichtlich die verfügbare Wärmetauscherfläche gegenüber einer Anordnung mit nicht schräggestellter Strukturierung nicht geändert. Diese Schrägstellung der Strukturierung bewirkt jedoch eine qualitative Änderung der Strömung in den Kanälen. Die Strömung in Längsrichtung des Wärmetauschers, also in Richtung des Druckgefälles, wird überlagert von einer Rotationsströmung um diese Längsrichtung. Denn durch die bezüglich der Längsrichtung hinsichtlich des Betrages gleiche, aber in die entgegengesetzte Richtung erfolgte Schrägstellung der Strukturierung aufeinanderfolgender Trennplatten wird die Strömung symmetrisch bezüglich der Auflageebene aufeinanderfolgender Trennplatten senkrecht zur Hauptströmungsrichtung in entgegengesetzte Richtungen abgelenkt (Fig. 4). Im Ergebnis wird die ohne diese Schrägstellung bei ausreichend kleinen Strömungsgeschwindigkeiten laminäre Strömung von einer Rotationsströmung überlagert. Diese Rotationsströmung ist aufgrund der Struktur der Trennflächen keine regelmäßige. Im Ergebnis liegt aber keine laminare Strömung mehr vor (Fig. 5). Die angestrebte Vergrößerung des k-Wertes durch Störung der laminaren Strömung wird mit der erfindungsgemäßen Lösung ohne zusätzliche und wiederholte stärkere Änderungen von Strömungsquerschnitten und damit ohne überhöhte Druckverluste erreicht.

Die Schrägstellung der (halb-)kanalförmigen Struktur der Trennplatten führt erfindungsgemäß zur Lösung eines weiteren konstruktiven Problems bei Wärmerückgewinnern, nämlich zur Sicherung einer druckstabilen gegenseitigen Abstützung der Trennplatten ohne jegliche zusätzliche Abständshalterungen (Fig. 6).

Zur besseren Aufnahme dieses Auflagedruckes, aber auch zur gezielten Beeinflussung der Strömungsverhältnisse, wird bei einer weiteren Ausführungsform der Trennplatten die durch aneinandergereihte rechtwinklige Dreiecke darstellbare sägezahnförmige Struktur durch eine solche ersetzt, bei der die Spitzen der "Sägezähne" zu beiden Seiten der Trennplattenmitte abgeflacht sind, die Struktur also aus aneinandergereihten Trapezzstümpfen bestehend beschrieben werden kann (Fig. 7). Bei weiteren Ausführungsformen ist die Form der Strukturierung der Trennplatten nicht durch eine Grundstruktur auf der Basis rechtwinkliger Dreiecke bestimmt (siehe Fig. 8). Vielmehr wird bei weiteren Aus-

führungsformen die trapezförmige Struktur durch eine Grundstruktur auf der Basis von Dreiecken mit einem spitzen Winkel  $\alpha < 90^\circ$  bestimmt (Fig. 8). Im Grenzfall  $\alpha \rightarrow 0$  und unendlich großer Schenkellängen dieser fiktiven Dreiecke geht diese Struktur in eine Rechteckstruktur über (Fig. 9). Eine solche rechtwinklige, mäanderförmige Strukturierung erzeugt in einer Schnittebene, in der die Struktur zweier übereinanderliegender Trennwände nicht gegeneinander verschoben ist, Kanäle rechteckiger, vorzugsweise quadratischer Form. In einer weiteren Ausführungsform erfolgt die Strukturierung der Trennwände wellblechförmig (Fig. 10).

Bei anderen Ausführungsformen aller vorstehend beschriebenen Trennplatten läuft die Strukturierung der Trennplatten nicht in der Mittelebene der Strukturierung aus, sondern in einer beliebigen Ebene der Strukturen, beispielsweise an der unteren bzw. oberen Begrenzung derselben.

Die Zu- und Abfuhr von Frischluft und Abluft erfolgt bei dem hier beschriebenen Wärmerückgewinner nach dem vom Kreuzstrom-Plattenwärmeübertrager gut bekannten Prinzip. Das Paket strukturierter Trennplatten wird dazu in einen aufgeschnittenen und entsprechend diesem Paket aufgebauten Plattenwärmeübertrager eingefügt, die Zufuhr und Abfuhr zu den Strömungskanalebenen erfolgt nach dem bekannten Prinzip des Plattenwärmeübertragers (Fig. 11). Die erfindungsgemäße Lösung für einen Wärmerückgewinner ist also nicht würfelförmig, wie es die Kreuzstrom-Plattenwärmerückgewinner in der Regel sind, sondern haben die Form eines langgestreckten Quaders, und sind damit in der Form den Anwendungsbedingungen gut anpaßbar. Im Grenzfall einer gegen Null gehenden Amplitude der Plattenstrukturierung "entarten" diese Wärmetauscherflächen zur glatten Platte. In diesem Fall werden die Abstände zwischen den Platten durch distanzsichernde Nuten in den seitlichen Abdeckungen gewährleistet.

Die erfindungsgemäße Lösung für einen hocheffektiven Wärmerückgewinner ist breit einsetzbar, insbesondere in allen Fällen der Anwendung bislang verfügbarer Wärmerückgewinner. Wegen des geringen Raumbedarfs und der langgestreckten Bauform erfolgt eine vorteilhafte Anwendung der erfindungsgemäßen Wärmerückgewinner auch bei dezentralen Anlagen. Für den wirtschaftlich vorteilhaften Einbau von Wärmerückgewinnungsanlagen im Bereich vorhandener Öffnungen in Mauerwerken kommen vor allem die Fensterbereiche infrage.

Erfindungsgemäß wird dazu die Wärmerückgewinnungsanlage, bestehend aus einem Wärmerückgewinner 1, zwei Gebläsen 2, entsprechenden Filtern 3, einer Kondensataufangvorrichtung, einer Regeleinrichtung, Zuluftkanälen 4, Abluftluftkanälen 5, sowie Kanälen bzw. Öffnungen für die Außenluftzufuhr 6 und die Fortluftableitung 7, in einem Einbaugehäuse angeordnet (Fig. 12). Diese erfindungsgemäße Wärmerückgewinnungsanlage 8 wird in einer vorteilhaften Ausführungsform mit dem Einbaugehäuse in einem vergrößerten Fensterbrett bzw. unter diesem angebracht (Fig. 13, 14). Diese füllt wegen der langgestreckten Form des Turbulenzwärmerückgewinners die gesamte Länge des durch Vergrößerung der Fensterbank gewonnenen Volumens aus. Die Frischluftansaugung erfolgt über eine schlitzförmige Öffnung an der Außenseite des vergrößerten Fensterbrettes. Die Abluft wird über Hohlräume im darüberliegenden Fensterrahmen zum oberen Bereich des Fensterrahmens geführt und dort über entsprechende Austrittsdüsen nach außen abgeleitet. Die Kondensatableitung wird über Kanäle im Fensterbrett nach außen realisiert. Raumluft wird über ein Spaltsystem zwischen Fensterbrett und unterem Fensterrahmenbereich angesaugt, die Frischluft wird unter dem Fensterbrett in den Raum abgegeben. Bei anderen Aus-

gestaltungen dieser erfindungsgemäßen Lösung erfolgt die Ableitung der Abluft über entsprechende Öffnungen an der Fensterbrettrückseite bzw. über Hohlraumprofile, die an den Außenseiten der senkrechten Schenkel des Fensterrahmens angebracht sind. Die Funktion dieser Hohlraumprofile können auch Rolladenlaufschienen übernehmen, soweit diese entsprechende Hohlräume aufweisen.

In einer anderen Ausführung der erfindungsgemäßen Lösung wird die Wärmerückgewinnungsanlage 8 mit Einbaugehäuse am oberen wagerechten Teil des Fensterrahmens angeordnet (Fig. 15). Die Abluft wird über verschließbare Öffnungen im oberen Bereich des Fensterrahmens nach außen geleitet. Die Frischluft wird über Hohlraumkanäle der darunter liegenden senkrechten Holme des Fensterrahmens angesaugt, die im unteren Drittel über hierzu geeignete, mit einer Schutzvorrichtung gegen unerwünschte Staubzufuhr versehene Öffnungen verfügen. Die Kondensatableitung erfolgt über entsprechende, hinter dem Wärmerückgewinner durch den Fensterrahmen nach draußen führende Kanäle. Raumluftansaugung und Zufuhr der Frischluft in den Raum erfolgen in Höhe des Wärmerückgewinners über in entgegengesetzte Raumrichtungen weisende Öffnungen. Eine weitere Ausgestaltung dieser erfindungsgemäßen Lösung sieht die Frischluftansaugung über Hohlraumprofile, vorzugsweise aus Kunststoff, vor, die an den Außenseiten der senkrechten Schenkel des Fensterrahmens angebracht sind und vom Gehäuse der Wärmerückgewinnungsanlage bis zur Höhe des Fensterbrettes reichen (Fig. 16). Im unteren Drittel weisen diese Hohlraumprofile nach außen hin entsprechende Öffnungen 9 auf, durch die die Frischluft angesaugt wird. In einer speziellen Ausgestaltung werden die Hohlräume von Rolladenlaufschienen für den Luftausgang genutzt, wobei auch hier im unteren Drittel Öffnungen für den Luftausgang vorgesehen sind. Die Kondensatableitung kann durch einen getrennten Kanal über das Hohlraumprofil bzw. die Rolladenlaufschiene erfolgen.

Eine andere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung sieht den Einbau der Wärmerückgewinnungsanlage 8 mit Einbaugehäuse im freien Volumen eines Rolladenkastens vor (Fig. 17). Auch hier werden für die Zu- und Ableitung der Frischluft und der Raumluft in geeigneter Weise freie Hohlräume im darunter liegenden Fensterrahmen bzw. an den senkrechten Holmen des Fensterrahmens befestigte Hohlraumprofile oder Rolladenlaufschienen genutzt. Gleiches gilt für die Kondensatableitung zum Gebäudeäußeren.

Weitere Gestaltungen der erfindungsgemäßen für den Einbau der Wärmerückgewinnungsanlage in einem vergrößerten Fensterbrett, am oberen wagerechten Teil des Fensterrahmens oder in einem Rolladenkasten sehen eine Vertauschung von Frischluftzufuhr und Fortluftableitung über die vorstehend beschriebenen Kanäle bzw. Öffnungen zum Gebäudeäußeren vor.

#### Patentansprüche

1. Wärmetauscher aus Metall (Stahlblech, Aluminiumblech, oberflächenvergütetes Blech o. ä.) oder Kunststoff, bestehend aus einzelnen übereinandergestapelten Trennplatten mit Profil oder einem senkrecht zur Strömungsrichtung s-förmig übereinandergefalteten entsprechenden Profilstreifen, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Profil in der Schnittebene senkrecht zur Strömungsrichtung sägezahnförmig ist, wobei die gleichförmigen, direkt aneinandergereihten Zähne gleiche Flankenlängen haben, diese Flanken an den Zahnsitzen rechtwinklig zueinander stehen und die Mittellinie der Profilebene die Zahnflanken in ihrer Länge halbiert, das Profil daher die Form aneinandergereiht

rechtwinkliger gleichschenkliger Dreiecke hat, deren Hypothenusen die Profilplattenmittellinie bilden und die alternierend zu beiden Seiten der Mittellinie angeordnet sind, die von diesen Profilen erzeugten Kanäle für die übereinander liegenden Trennplatten alternierend jeweils einen festen Winkel  $\varphi$  und  $-\varphi$  mit der Strömungsrichtung des Wärmetauschers bilden, somit über die gesamte Länge des Wärmetauschers der gleiche Strömungsquerschnitt in der Strömungsrichtung verfügbar ist, durch die um einen gleichen Winkel, aber in entgegengesetzte Richtungen vorhandene Schrägstellung der Strömungskanäle bei aufeinanderfolgenden Platten zusätzlich zur Strömung in Längsrichtung (Richtung des Druckgradienten) Querströmungen erzeugt werden, die symmetrisch zur Auflageebene aufeinanderfolgender Profilplatten entgegengerichtet sind, und somit in den einzelnen Strömungskanalbereichen eine rotationsförmige Strömung um die (Längs-) Strömungsachse herausgebildet wird, eine laminare Strömung sich nicht ausbildet und daher eine Verbesserung der Wärmeübertragung vom Medium, vorrangig Luft, auf die Profilplatte bzw. von der Platte auf das Medium erreicht wird.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem sägezahnförmigen Profil, bestehend aus aneinandergereihten gleichschenkligen, rechtwinkligen, alternierend zu beiden Seiten der Profilplattenmittellinie liegenden Dreiecken, die Spitzen dieser Dreiecke abgeflacht (oder abgerundet) sind, das Profil also aus Kegelstümpfen bestehend beschrieben werden kann, die alternierend nach beiden Seiten der Profilplattenmitte in gleicher Höhe angeordnet sind.

3. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei den die Form des Profils kennzeichnenden Dreiecken der diese bestimmende Winkel von  $90^\circ$  verschieden ist und diese Dreiecke nicht gleichschenklige sind.

4. Wärmetauscher nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Profil eine wellige oder eine beliebige andere Form hat und dabei gleich große freie Flächen (Strömungsquerschnitte) zwischen den einzelnen Profilplatten gesichert werden.

5. Wärmetauscher nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Profile der Trennplatten zu den Seiten- und den Stirnkanten hin in einer bezüglich der Trennplattenstruktur beliebig liegenden ebenen Platte auslaufen, die insbesondere auch am unteren oder oberen Ende der Struktur liegen kann.

6. Wärmetauscher nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die alternierend unterschiedliche Schrägstellung der Profile aufeinanderfolgender, übereinander liegender Trennplatten für die druckstabile Abstützung der Platten gegeneinander genutzt wird.

7. Wärmetauscher nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Profile der Trennplatten zu den Stirnseiten der letzteren hin in ebene, in der Profilplattenmittellinie liegende Platten auslaufen, die in der Längsrichtung spitz zulaufen, in der Spitze einen stumpfen, rechten oder spitzen Winkel bilden und so eine Verteilung der Stoffströme auf zwei in entgegengesetzten Richtungen durchströmten Strömungsebenen in Analogie zum Kreuzstromwärmetauscher realisiert wird.

8. Wärmetauscher nach Anspruch 1 bis 6, alternativ zu Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Profil-Trennplatten stumpf enden und/oder an den Seiten des Wärmetauschers die Trennplattenzwischenräume wechselseitig mit Strömungskanälen verbunden wer-

den.

9. Gegenstromwärmetauscher nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß diese eine in Strömungsrichtung langgestreckte Form und damit eine hohe Anpassungsfähigkeit an vorgegebene bzw. verfügbare Einbauvolumina haben.

10. Gegenstromwärmetauscher nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Form der Trennplatten in den Grenzfall verschwindend kleiner Profilamplituden, d. h. in ebene Platten übergehen, und die Abstandshalterung zwischen den Platten durch Nuten oder Distanzleisten an den seitlichen Abdeckungen des Wärmetauschers gewährleistet wird.

11. Raumlüftungsgerät mit Wärmerückgewinnungssystem, bestehend aus einem Wärmetauscher nach Anspruch 1 bis 10, wenigstens einem Gebläse, entsprechenden Filtern und einer Kondensatauffangvorrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß dieses Lüftungsgerät unter dem Fensterbrett eines Fensters angeordnet bzw. in ein vergrößertes Fensterbrett integriert wird.

12. Raumlüftungsgerät mit Wärmerückgewinnungssystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Abluft vom abluftseitigen Ausgang des Lüftungsgerätes über Hohlräume im darüber liegenden Fensterrahmen zum oberen Fensterbereich geführt wird und dort über entsprechende Öffnungen nach außen abgeleitet wird.

13. Raumlüftungsgerät mit Wärmerückgewinnungssystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Abluft vom abluftseitigen Ausgang des Lüftungsgerätes über Hohlraumprofile oder die Hohlräume von Rolladenlaufschienen, angebracht an den Außenseiten der senkrechten Schenkel des Fensterrahmens, zum oberen Fensterbereich geführt wird und dort über entsprechende Öffnungen nach außen abgeleitet wird.

14. Raumlüftungsgerät mit Wärmerückgewinnungssystem nach Anspruch 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansaugung der Frischluft über Öffnungen an der Außenseite des Fensterbrettes oder des vergrößerten Fensterbrettes, die Ansaugung der Raumluft über ein Spaltsystem zwischen Fensterbrett und unterem Fensterrahmen bzw. im unteren Fensterrahmenbereich und die Abgabe der Frischluft in den Raum durch ein Spaltsystem unter dem Fensterbrett erfolgt.

15. Raumlüftungsgerät mit Wärmerückgewinnungssystem nach Anspruch 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Kondensatableitung aus der Wärmerückgewinnungseinheit über eine Sammelvorrichtung und geeignete Kanäle nach außen erfolgt.

16. Raumlüftungsgerät mit Wärmerückgewinnungssystem bestehend aus einem Wärmetauscher nach Anspruch 1 bis 10, wenigstens einem Gebläse, entsprechenden Filtern und einer Kondensatauffangvorrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß dieses Lüftungsgerät am oberen waagerechten Teil des Fensterrahmens angeordnet wird, die Abluftableitung über verschließbare Öffnungen an der Außenseite des Lüftungsgerätes oder über Öffnungen im oberen Bereich des Fensterrahmens erfolgt und die Raumluftansaugung, wie auch die Frischluftzufuhr aus bzw. in den Raum, über entsprechende raumseitige, in entgegengesetzte Richtungen weisende Öffnungen, oder über Verteilerkanäle am Lüftungsgerät realisiert wird.

17. Raumlüftungsgerät mit Wärmerückgewinnungssystem nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Frischluftansaugung über Hohlraumprofile oder die Hohlräume von Rolladenlaufschienen, ange-

bracht an den Außenseiten der senkrechten Schenkel des Fensterrahmens, erfolgt, die im unteren Drittel des Fensterbereiches über entsprechende mit Staubfiltern versehene Öffnungen verfügen.

18. Raumlüftungsgerät mit Wärmerückgewinnungssystem nach Anspruch 16 und 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Kondensatableitung aus der Wärmerückgewinnungseinheit über eine Sammelvorrichtung und geeignete Kanäle direkt oder über die darunter liegenden senkrechten Schenkel der Fensterrahmen bzw. an den senkrechten Fensterschenkeln befestigten Hohlraumprofile oder über Hohlräume in Rolladenlaufschienen nach außen erfolgt.

19. Raumlüftungsgerät mit Wärmerückgewinnungssystem bestehend aus einem Wärmetauscher nach Anspruch 1 bis 10, wenigstens einem Gebläse, entsprechenden Filtern und einer Kondensatauffangvorrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß dieses Lüftungsgerät im Rolladenkasten eines Fensters angeordnet wird, die Abluft über verschließbare Öffnungen an der Außenseite des Rolladenkastens oder über Öffnungen im oberen Bereich des Fensterrahmens nach außen geleitet wird und die Raumluftansaugung, wie auch die Frischluftzufuhr in den Raum, über entsprechende raumseitige, in entgegengesetzte Richtungen weisende Öffnungen am Rolladenkasten oder über entsprechende Verteilerkanäle realisiert wird.

20. Raumlüftungsgerät mit Wärmerückgewinnungssystem nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Frischluftansaugung über Hohlraumprofile oder die Hohlräume von Rolladenlaufschienen, angebracht an den Außenseiten der senkrechten Schenkel des Fensterrahmens, erfolgt, die im unteren Drittel des Fensterbereiches über entsprechende mit Staubfiltern versehene Öffnungen verfügen.

21. Raumlüftungsgerät mit Wärmerückgewinnungssystem nach Anspruch 19 und 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Kondensatableitung aus der Wärmerückgewinnungseinheit über eine Sammelvorrichtung und geeignete Kanäle direkt oder über die darunter liegenden senkrechten Schenkel der Fensterrahmen bzw. an den senkrechten Fensterschenkeln befestigten Hohlraumprofile oder über Hohlräume in Rolladenlaufschienen nach außen erfolgt.

22. Raumlüftungsgerät nach Anspruch 12 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanäle bzw. Öffnungen für die Frischluftzufuhr und die Fortluftableitung gegenseitig vertauscht sind.

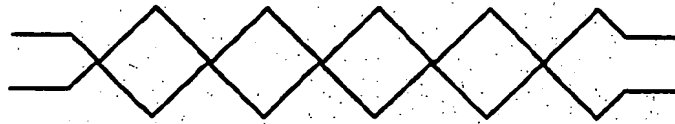
Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen



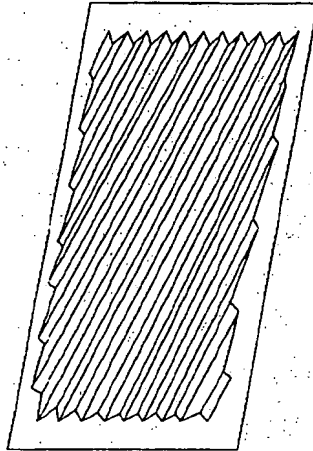
Figur 1:



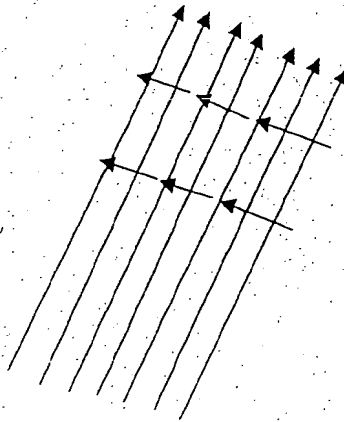
Figur 2:



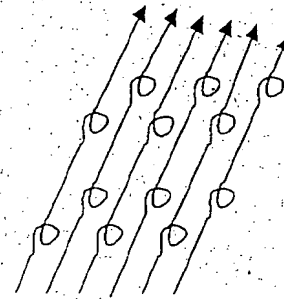
Figur 3:



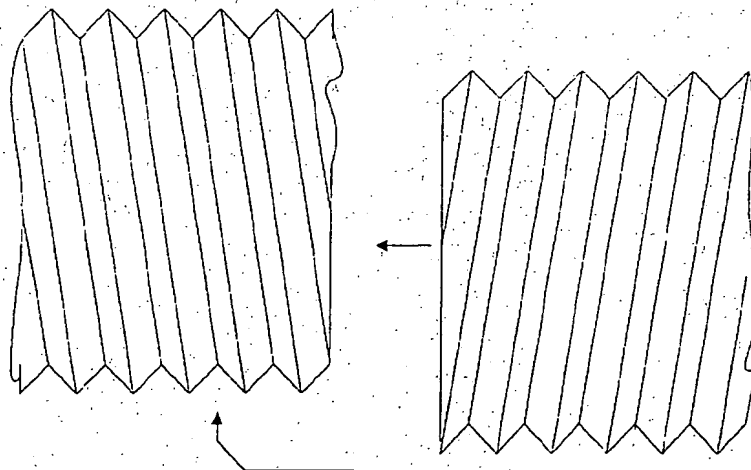
Figur 4:



Figur 5:



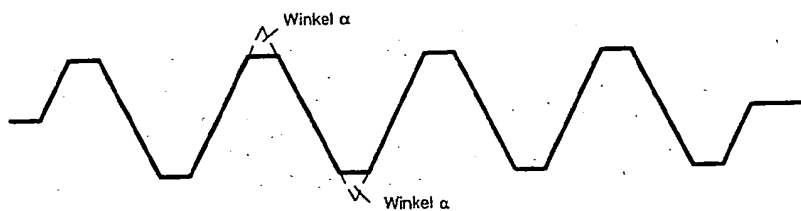
Figur 6:



Figur 7:



Figur 8:



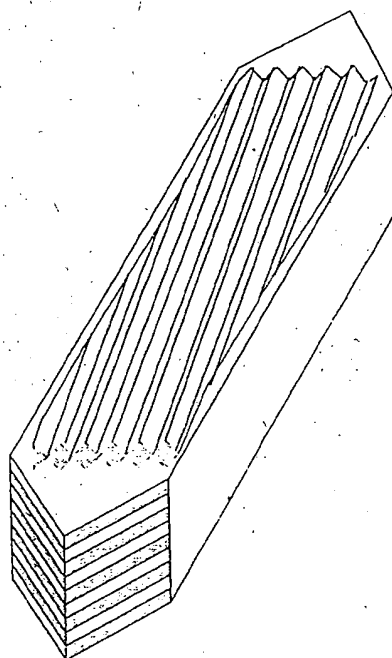
Figur 9:

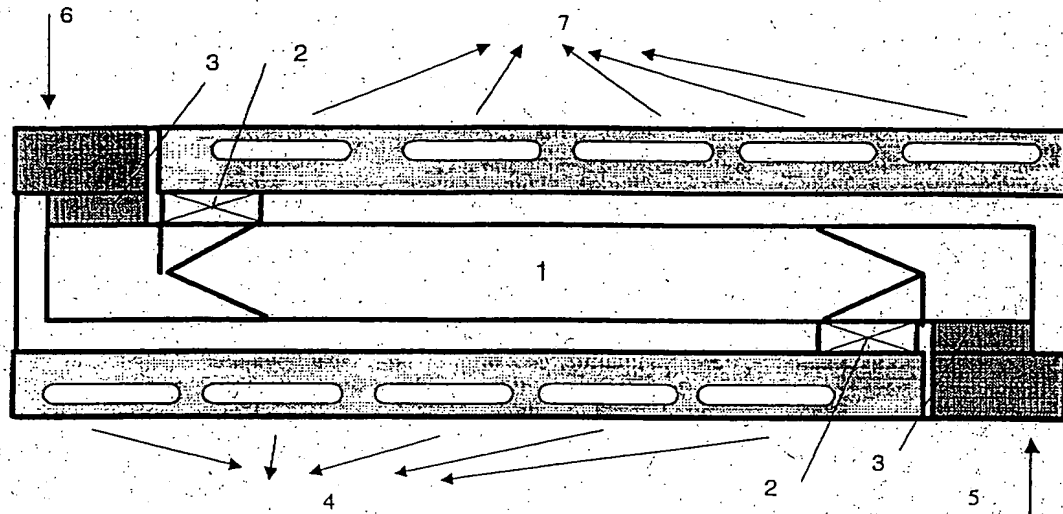


Figur 10:

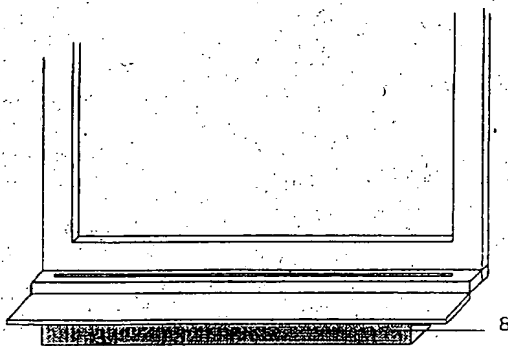


Figur 11:

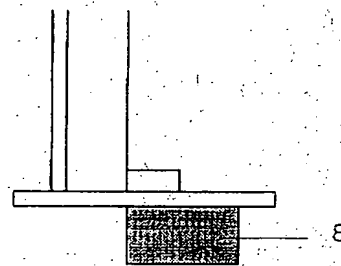




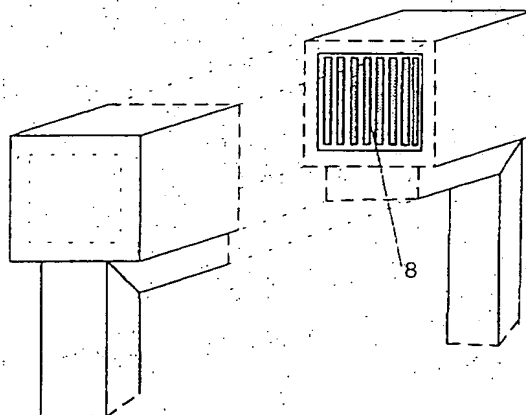
Figur 12:



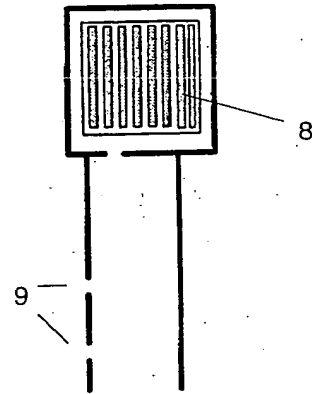
Figur 13:



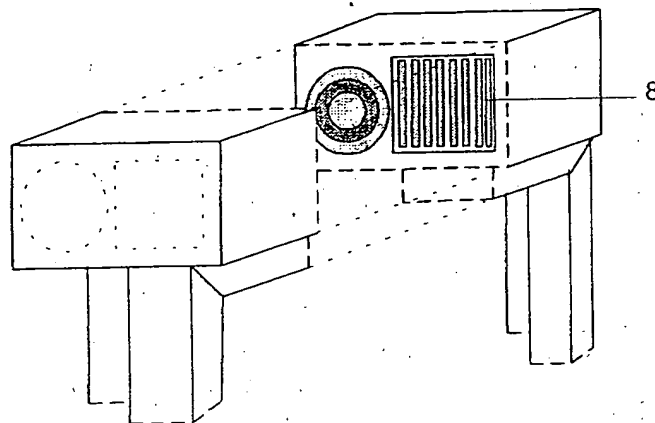
Figur 14:



Figur 15:



Figur 16:



Figur 17: